

P 688 82.2002



①⑨ BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

⑫ Offenlegungsschrift

⑩ DE 40 41 668 A 1 (S 1049)

⑤ Int. Cl. 5:  
B 21 D 9/10

②① Aktenzeichen: P 40 41 668.2  
②② Anmeldetag: 22. 12. 90  
②③ Offenlegungstag: 2. 7. 92

S 1196. KR  
S 1194 C/A TT  
S 1193 B/S TT

DE 40 41 668 A 1

⑦① Anmelder:  
Späth, Walter E., 7705 Steißlingen, DE.  
  
⑦④ Vertreter:  
Riebling, P., Dipl.-Ing. Dr.-Ing., Pat.-Anw., 8990  
Lindau

⑦② Erfinder:  
gleich Anmelder  
  
⑤⑥ Für die Beurteilung der Patentfähigkeit  
in Betracht zu ziehende Druckschriften:  
DE 36 41 895 A1  
DE 25 18 798 A1  
DE-Z: Neues aus Technik und Industrie. In:  
Industrie-Rundschau, Sept. 1955, S. 20/21/29;

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑤④ Verfahren zum Biegen von Metall-Hohlprofilen und Vorrichtung zur Ausübung des Verfahrens

⑤⑦ Es wird ein Roll-Dorn-Schub-Biege-Verfahren (RDSB-Verfahren) beschrieben, welches zum Biegen von Metall-Hohlprofilen dient. Ausgehend von dem bekannten Rollbiegeverfahren, bei dem das zu biegende Hohlprofil in seinem Innenraum ausgefüllt ist und in eine aus mehreren Biegerollen bestehende Biegestation eingefahren wird, wird durch die Bewegung der Biegerollen in der Biegeebene die Biegung des Hohlprofils erzeugt. Um die Vorteile des Kernstreckbiegens bei Vermeidung der hohen Kosten dieses Verfahrens zu erhalten, ist erfindungsgemäß vorgesehen, daß das Hohlprofil des Werkstückes durch einen Basisdorn ausgefüllt ist und daß das Werkstück unter Einwirkung von Schubkraft in die Biegestation eingeschoben wird. Das zu biegende Werkstück wird also unter Schubkraft und die Reibkraft der Profilrollen über den in der Biegezone feststehenden Dorn verschoben und durch die Biegestation in XYZ-Ebene gebogen.

DE 40 41 668 A 1

Gegenstand der Erfindung ist ein Verfahren zum Biegen von Metall-Hohlprofilen nach dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1 und eine Vorrichtung zur Ausübung des Verfahrens.

Es ist bisher ein sogenanntes Kernstreck-Biegeverfahren bekannt, welches sich durch folgende Merkmale auszeichnet:

Es ist eine Biegeform vorhanden, die drehbar angetrieben auf einem Werkzeugträger angeordnet ist. Das Profil wird eingespannt und um diesen Kern unter Aufbringung einer Zugkraft auf das zu biegende Profil gebogen.

Mit einem derartigen Kernstreckbiegeverfahren, bei dem bei der Verwendung von Hohlprofilen auch Dorne im Hohlraum des Profils mitgeführt werden, ist es möglich, komplizierte Profile auch mit engen Radien umzuformen.

Hierbei ist es nicht notwendig, das Hohlprofil durch eingebrachten Sand oder andere Stützmaterialien auszufüllen und zu stabilisieren.

Das Kernstreck-Biegeverfahren wird vor allem dann eingesetzt, wenn große Stückzahlen von zu biegenden Werkstücken gefordert werden, wo ein gleichlaufender Biegevorgang immer nacheinanderfolgend auf derselben Biegeform abläuft.

Das Kernstreckbiegen nach dem bekannten Stand der Technik wird auch immer dann eingesetzt, wenn das an sich ebenfalls bekannte Rollbiegeverfahren bei engen Radien nicht mehr eingesetzt werden kann.

Bei dem Rollbiegeverfahren handelt es sich um eine Umformung eines Werkstückes zwischen Biegerollen, die als Profilrollen ausgebildet sind. Es können hierbei drei oder vier Profilrollen vorhanden sein, wobei in der Regel zwei untere Biegerollen einen gegenseitigen Abstand voneinander einnehmen, die ggf. noch kippbar oder verschwenkbar an einem Gehäuse angeordnet sind, wobei in Gegenüberstellung zu den beiden unteren Biegerollen eine feststehende, obere Biegerolle vorhanden ist, die in den Abstand zwischen den beiden unteren Biegerollen eingreift. In den Zwischenraum zwischen der oberen Biegerolle und den beiden unteren, voneinander beabstandeten Biegerollen wird das umzuformende Profil eingeführt, wobei es durch Drehantrieb der Biegerollen hindurchgeführt wird. Die Umformung erfolgt hierbei dann um die obere Mittelrolle (Biegerolle) herum.

In einer anderen Ausführungsform ist es bekannt, die beiden unteren Biegerollen fest an einer Werkzeugmaschine anzuordnen und die obere, mittlere Biegerolle in den Zwischenraum zwischen die beiden unteren Biegerollen in Richtung auf das Werkstück zustellbar zu gestalten.

Anstatt der hier beschriebenen Drei-Rollen-Biegemaschine ist es auch bekannt, eine vierte, mittlere Biegerolle zu verwenden, wobei die vierte, mittlere Biegerolle unterhalb der oberen, mittleren Biegerolle angeordnet ist.

Damit ergibt sich der Vorteil, daß das Profil gegenüber der oberen, mittleren Biegerolle nicht nach unten ausweichen kann, weil es von der unteren, mittleren Biegerolle geführt und gestützt wird.

Entscheidend ist hier im übrigen nicht die nach unten weisende Führung des Profils, sondern auch die Seitenführung, welche durch die untere, mittlere Biegerolle erreicht wird.

Dieses Rollbiegeverfahren mit drei oder vier Biege-

rollen wird immer dann eingesetzt, wenn man größere Biegeradien biegen muß je nach Profilgröße bzw. geringe Stückzahlen, die auch unterschiedliche Radien aufweisen können.

Beim Biegen von Hohlprofilen mit derartigen Drei- oder Vier-Rollen-Biegemaschinen ist es in der Regel notwendig, daß der Hohlquerschnitt ausgefüllt wird, um den Hohlquerschnitt zu stützen und zu stabilisieren. Diese Maßnahme der Ausfüllung des Hohlprofils zwecks Stützung während des Biegevorganges kostet Zeit und ist relativ kostenaufwendig. Durch die Füllung des Hohlquerschnittes mit einem Füllmaterial erhöht sich im übrigen der Biegewiderstand und damit auch die spezifische Flächenpressung auf das Profil, die nun notwendig ist, um das versteifte Profil zu biegen. Dadurch entstehen Ausweicherscheinungen und Auswühlungen auf dem Hohlprofil, die wiederum unerwünscht sind und negative Auswirkungen auf die Qualität des Biegeprozesses haben.

Der vorliegenden Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren der eingangs genannten Art bezüglich einer Drei- oder Vierrollen-Biegemaschine so weiterzubilden, daß man auch enge Radien eines Hohlprofils kostengünstig herstellen kann, ohne das relativ teure Kernstreck-Biegeverfahren für Werkzeuge zu verwenden.

Zur Lösung der gestellten Aufgabe ist das Verfahren nach der Erfindung durch die Merkmale des Anspruchs 1 gekennzeichnet. Wichtig ist also, daß das zu biegende Profil in einer an sich bekannten Drei-, Vier- oder Mehrfach-Biegerollenstation gebogen wird, daß das Profil mit einem Dorn ausgefüllt ist und daß die durch den Dorn versteifte Biegezone des Hohlprofils und den dadurch entstehenden erhöhten Biegewiderstand dadurch ausgeglichen wird, daß das zu biegende Profil an der Zuführseite zur Biegerollenstation mit einer Schubkraft beaufschlagt wird.

Die technische Lehre nach der vorliegenden Erfindung liegt also darin, daß man nun nicht mehr das zu biegende Hohlprofil mit einem Material ausgießen oder ausfüllen muß, sondern daß man einen relativ kostengünstigen Dorn verwendet, der entweder als fester Dorn oder als Gliederdorn ausgebildet ist.

Es wurde erkannt, daß ein derartiger Dorn den Umformvorgang sehr erschwert und — ohne weitere Gegenmaßnahmen — die Qualität der Umformung beeinträchtigt.

Um diese negativen Erscheinungen zu kompensieren, ist erfindungsgemäß vorgesehen, daß das Profil von der Zuführseite des Profils aus mit einer Schubkraft zwischen die Rollen der Biegerollenstation eingeschoben wird. Auf diese Weise wird der Biegeprozeß wesentlich erleichtert und die Qualität wird verbessert.

Der Dorn bleibt hierbei im Biegepunkt stehen, während das Profil mit einer Schubkraft über den feststehenden Dorn hinübergeführt wird. Es treten nun Stauchkräfte zwischen dem feststehenden Dorn, den über das Dorn hinausgeschobene Hohlprofil und den zugeordneten Biegerollen im Biegepunkt auf. Der Schub auf das Hohlprofil macht also jetzt erst eine solche Umformung möglich. Würde nämlich ein derartiger Schub fehlen, dann würde der Reibschluß zwischen den drehangetriebenen Biegerollen und dem Außenumfang des Hohlprofils nicht mehr ausreichen, das Hohlprofil in konstanter Geschwindigkeit durch die Umformzone zu führen, aufgrund des hohen induzierten Widerstandes durch den das Hohlprofil ausfüllenden Dorn.

Wenn nun erfindungsgemäß eine Schubkraft auf das

Hohlprofil ausgeübt wird, dann bedarf es nicht mehr eines hohen Reibungsschlusses und eines entsprechenden Drehmoments zwischen den Biegerollen und dem Außenumfang des Hohlprofils, weil das Hohlprofil durch die Biegerollen hindurchgeschoben wird.

Wichtig hierbei ist, daß eine Kombination der Reibkräfte der Biegerollen und der Schubkräfte auf das Hohlprofil angewendet wird, um die Umformleistung der Biegerollen zu optimieren.

Andererseits ist es möglich, die Rollen nicht drehanzutreiben, sondern leerlaufen zu lassen und durch die von der Zuführseite auf das Werkstück aufgebrachte Schubkraft den Umformprozeß auszuführen.

In einer weiteren Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist es vorgesehen, daß anstatt der vorher beschriebenen Biegerollen feststehende Gleitbacken verwendet werden, die mit entsprechenden reibungs-  
15 leichtenden Belägen auf dem Außenumfang des Hohlprofils aufsitzen. Auch bei dieser Ausführungsform ist kennzeichnend, daß das Hohlprofil mit einem festen oder mit einem Gliederdorn mindestens in der Biegezone ausgefüllt ist und daß das Hohlprofil dann mit der erforderlichen Schubkraft, die für den Biegevorgang notwendig ist, durch die Gleitbackenanordnung hindurchgeschoben wird.

In allen beschriebenen Ausführungsformen ist wichtig, daß die auf der Zuführseite auf das Werkstück aufgebrachte Schubkraft nicht zu einer Ausbeulung des Hohlprofils auf der Zuführseite führt. Zu diesem Zweck ist es vorgesehen, daß das Profil auf der Zuführseite vor der Biegerollenstation oder der Gleitbackenstation mit einer Profilrollen-Führungsstation geführt wird. Diese Profilrollen-Führungsstation dient also zur Vermeidung des Ausknickens des gerade zugeführten Profils zur Biegerollen- oder Gleitbackenstation.

Statt einer Profilrollen-Führungsstation können auch mehrere Stationen verwendet werden.

Der auf das Hohlprofil aufzubringende Schub wird durch einen Profilschubschlitten erzeugt, der aus einem Rollenfahrzeug oder Gleitfahrzeug besteht, welches in einem U-förmig oder ähnlich profilierten Schienenbett verfahrbar angetrieben ist. Dieser Profilschubschlitten weist hierbei einen Schubarm in Form einer Traverse auf, der auf einen stirnseitig am Werkstück angebrachten Deckel eine Schubkraft ausübt, so daß also dieses stangenförmige Werkstück durch die Biegestation hindurchgeschoben wird, wobei die drehangetriebenen Biegerollen der Biegestation den Schub unterstützen.

In einer anderen Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist es vorgesehen, anstatt eines stirnseitigen Deckels und auf einem darauf lastenden Schubarm des Profilschubschlittens eine Spannzange zu verwenden, die mit einem in axialer Richtung des Werkstückes angetriebenen Schlitten verbunden ist. Die Spannzange umgreift dann das Hohlprofil an seinem Außenumfang und der in axialer Richtung des Werkstückes angetriebene Schlitten schiebt dann dieses gespannte Werkstück in die Profilrollenstation hinein.

In einer bevorzugten Ausbildungsform der vorliegenden Erfindung ist auch die Biegerollenstation in besonderer Weise weiterentwickelt. Für diese weiteren Merkmale wird ebenfalls Schutz im Rahmen der vorliegenden Erfindung beansprucht.

Die Biegerollenstation nach der vorliegenden Erfindung besteht nicht aus einer herkömmlich bekannten Drei- oder Vier-Biegerollenanordnung, sondern aus einer mindestens Sechs-Rollen-Biegeanordnung.

Hierbei ist wesentlich, daß das zu biegende Profil zu-

nächst zwischen mindestens vier Biegerollen (zwei Biegerollenpaaren) genau gerade geführt wird, um es an dem Ausweichen nach oben oder unten zu hindern.

Am Auslauf dieser Vierrollen-Biegeanordnung ist ein  
5 in mindestens zwei senkrecht zueinander stehenden Richtungen verschiebbarer Kreuzschlitten angeordnet, der ein weiteres Biegerollenpaar trägt.

Das zu biegende Profil wird also im Zwischenraum zwischen der Vierrollen-Anordnung und den Biegerollen auf dem Kreuzschlitten gebogen. Hierbei besteht der wesentliche Vorteil, daß das zu biegende Profil nach beiden Richtungen (in der später zu erläuternden Zeichnung Figur 1: senkrecht nach oben oder nach unten) bzw. nach links oder rechts gebogen werden kann.

Alle sechs Biegerollen sind drehend angetrieben und hierbei ist es wesentlich, daß noch weitere Biegerollen vorhanden sein können; in dem später zu erläuternden Ausführungsbeispiel sind noch kleinere Rollen vorhanden, die das Profil im Zwischenraum zwischen den größeren Biegerollen noch einspannen und führen oder es können statt der vier größeren Biegerollen auch eine oder mehrere der größeren Biegerollen durch kleinere Biegerollen ersetzt werden.

Mit der beschriebenen Biegeeinrichtung besteht also  
25 der wesentliche Vorteil, daß man bezüglich auf eine horizontale Ebene (XY) nach links und rechts stufenlos in beliebigen Radien biegen kann, wobei die Radien abhängen von der Verschiebung des Kreuzschlittens und den darauf angeordneten Biegerollen und dem ausgeübten Schub.

Die Vorteile der Erfindung ergeben sich insbesondere beim Biegen großvolumiger Profile. Derartige großvolumige Profile wurden bisher mit dem Kernstreckbiegeverfahren gebogen, was mit dem Nachteil verbunden war, daß man nur eine feststehende Biegeform hatte und einen relativ kleinen Radius mit dieser feststehenden Biegeform biegen konnte. Größere Biegeformen könnten aus wirtschaftlichen Gründen nicht hergestellt werden, weil dann beispielsweise Biegeformen mit einem Radius von 20 m und mehr erforderlich wären, die nicht mehr mit einem vertretbaren Aufwand herstellbar sind.

Zum Biegen dieses Profils war es im übrigen erforderlich, daß der Hohlraum mit einem Material ausgefüllt wurde, was eben bei großvolumigen Profilen besonders  
45 kostenaufwendig ist.

Hier setzen die Vorteile der vorliegenden Erfindung ein, denn es wird eine im Radius feststehende Biegeform vermieden und statt dessen können beliebige Biegeradien mit hoher Präzision gebogen werden, mit den Vorteilen des Kernstreckbiegens, daß nämlich über einen Dorn eine präzise Querschnitts-Stabilisierung der Profilform während der Umformung stattfindet und gleichzeitig wird die hohe Variabilität der Radiusführung erreicht, wie sie nur bei dem herkömmlichen Drei- oder Vierrollen-Biegeverfahren erreicht werden konnte.

Damit können auch lange Profile nach der vorliegenden Erfindung mit Längen von beispielsweise 20—30 m mit Biegeradien von kleinen Radien ausgehend von beispielsweise 1 m bis zu einem Biegeradius unendlich gebogen werden. Damit werden die Vorteile des Kernstreckbiegens (hohe Präzision, enge Radien) verbunden mit den Vorteilen des Rollbiegeumformens, nämlich beliebige Radien, unabhängig von einer Biegeform auf beliebiger Länge zu biegen.

In einer Weiterbildung der vorliegenden Erfindung ist vorgesehen, daß nicht nur eine Biegung des Profils in einer Ebene stattfindet (XY-Ebene), sondern daß zusätzlich eine Torsion dadurch aufgebracht wird, daß der

Kreuzschlitten in Richtung der Längsachse des Werkstückes verschwenkbar angeordnet ist, um das zu biegende Profil noch zusätzlich zu tordieren, sofern dies erforderlich ist.

In einer weiteren Ausbildung der vorliegenden Erfindung ist es zusätzlich vorgesehen, daß der in XY-Richtung verfahrbare Kreuzschlitten noch zusätzlich in Z-Richtung verfahrbar ist, so daß eine räumliche Biegung des Profils in XY-Z-Ebene möglich ist.

Als weitere Ebene kommt dann die Torsionsbiegung hinzu, die sich in allen drei Raumachsen erstrecken kann.

Der Kreuzschlitten muß dann auf einem weiteren Schlitten sitzen, der in der Z-Richtung verfahrbar ist. Die gesamte Verschiebung in den XY- und Z-Ebenen kann CNC-gesteuert ausgeführt sein bzw. SPS-gesteuert sein oder im Zusammenwirken beider Steuerungssysteme verwirklicht werden.

Der Erfindungsgegenstand der vorliegenden Erfindung ergibt sich nicht nur aus dem Gegenstand der einzelnen Patentansprüche, sondern auch aus der Kombination der einzelnen Patentansprüche untereinander. Alle in den Unterlagen — einschließlich der Zusammenfassung — offenbarten Angaben und Merkmale, insbesondere die in den Zeichnungen dargestellte räumliche Ausbildung werden als erfindungswesentlich beansprucht, soweit sie einzeln oder in Kombination gegenüber dem Stand der Technik neu sind.

Im folgenden wird die Erfindung anhand von lediglich einen Ausführungsweg darstellende Zeichnungen näher erläutert. Hierbei gehen aus den Zeichnungen und ihrer Beschreibung weitere erfindungswesentliche Merkmale und Vorteile der Erfindung hervor.

Es zeigen:

Fig. 1 schematisiert in Draufsicht eine Vorrichtung zur Ausübung des RDSB-Verfahrens,

Fig. 2 der Schnitt durch einen Profil-Schubschlitten,

Fig. 3 Schnitt gemäß der Linie III-III in Fig. 2 durch den Profil-Schubschlitten mit Werkstück,

Fig. 4 die Seitenansicht einer Dornhaltestation mit teilweisem Schnitt.

Die Vorrichtung zur Ausübung des RDSB-Verfahrens (Roll-Dorn-Schub-Biege-Verfahren) besteht im wesentlichen aus einem Maschinentisch 10, auf dem das zu biegende, stangenförmige Werkstück in Richtung seiner Längsachse verschiebbar angeordnet ist. Im Innenraum des als Hohlprofil ausgebildeten Werkstückes 11 ist ein Basisdorn 4 angeordnet, der im gezeigten Ausführungsbeispiel zweiteilig ausgebildet ist und aus einem hinteren, festen Dornkörper 12 sowie aus einem vorderen, gelenkig abbiegbaren Gliederdorn 13 besteht. Die beiden Teile sind miteinander verbunden.

Am hinteren Ende des Dornkörpers 12 ist eine Dornhaltestange 15 angeordnet (vergl. auch Fig. 4), die in einer Dornhaltestation 7 aufgenommen ist.

Am Werkstück 11 greift ferner ein Profilschubschlitten 6 an (vergl. Fig. 2 und 3), der das Werkstück 11 in Pfeilrichtung 16 in die Biegestation 5 einschiebt.

Die Biegestation weist hierbei insgesamt 8 Biegerollen auf, deren Zusammenwirken nachfolgend beschrieben wird.

Es sind zwei Biegerollen-Paare 2, 3 vorhanden, die am Maschinentisch 10 drehbar angeordnet sind und in den eingezeichneten Pfeilrichtungen jeweils angetrieben werden.

Die unteren Biegerollen des Biegerollenpaares 2, 3 können hierbei auf einem eigenen Schlitten verschiebbar in den Pfeilrichtungen 17 auf dem Maschinentisch 10

gelagert sein, um den Spalt zwischen den Biegerollen 2 bzw. 3 einstellbar zu gestalten, um diesen Spalt der Werkstückbreite anzupassen.

Zusätzlich können im Zwischenraum zwischen den beiden größeren Biegerollenpaaren 2, 3 noch ein weiteres, kleineres Biegerollenpaar 18 angeordnet sein.

In Transportrichtung des Werkstückes gesehen hinter den Biegerollenpaaren 2, 3 ist ein weiteres Biegerollenpaar 21 angeordnet, welches auf einem Kreuzschlitten 1 angeordnet ist. Hierbei kann es vorgesehen sein, daß die untere Rolle des Biegerollenpaares 21 zur oberen Rolle ebenfalls in der Pfeilrichtung 17 zustellbar ist, wie dies anhand der Biegerollenanordnung 2, 3 dargestellt wurde.

Der Kreuzschlitten 1 ist in zwei senkrecht zueinander stehenden Pfeilrichtungen 19, 20 (X-Y-Richtung) verfahrbar, so daß das zwischen dem Biegerollenpaar 21 aufgenommene Werkstück 11 frei in der X-Y-Ebene biegebar ist.

Zusätzlich ist vorgesehen, daß der Kreuzschlitten 1 um die Längsachse des Werkstückes 11 herum drehbar angeordnet ist, um zusätzlich zu der Biegung in X-Y-Richtung dem Werkstück eine Torsion (sofern gewünscht) zu geben.

In einer dritten, zeichnerisch nicht näher dargestellten Ausführungsform kann es vorgesehen sein, daß der Kreuzschlitten 1 Teil eines weiteren Schlittens ist, so daß auch senkrecht zur Zeichenebene der Fig. 1 der Kreuzschlitten 1 verfahrbar ist (in Z-Richtung), so daß das Werkstück 11 dreidimensional gebogen und zusätzlich tordiert werden kann.

Wichtig ist, daß in der Biegezone 14 der Dornkörper 12 des Basisdorns 4 angeordnet ist, wobei ggf. sich an den Dornkörper 12 noch ein Gliederdorn 13 anschließen kann.

Die Biegung kann also in allen Ebenen erfolgen, wie z. B. in der XY-Ebene, der XZ-Ebene, der YZ-Ebene oder der XYZ-Ebene. Wie eingangs erläutert, ist das Biegen des Werkstückes 11 mit einem darin angeordneten Basisdorn 4 außerordentlich erschwert durch den in das Hohlprofil eingreifenden Basisdorn 4. Um derartige Biege widerstände auszuschalten, ist nun vorgesehen, daß das Profil des Werkstückes 11 in Pfeilrichtung 16 in die Biegestation 5 von einem Profilschubschlitten 6 eingeschoben wird. Der Aufbau des Profilschlittens 6 wird anhand der Fig. 2 und 3 später erläutert werden.

Damit das Werkstück 11 im Bereich des Schubes auf dem Maschinentisch 10 nicht seitlich ausknickt, ist eine Profilrollen-Führungsstation 8 vorgesehen, welche das Profil zwischen sich aufnimmt und formschlüssig führt.

Die Profilrollen-Führungsstation ist längs des Werkstückes verschiebbar und feststellbar am Maschinentisch 10 angeordnet und weist Führungsrollen 42 auf, die sich formschlüssig am Außenumfang des Werkstückes 11 anlegen.

Anstatt einer einzigen Profilrollen-Führungsstation 8 können auch mehrere hintereinanderfolgend in gegenseitigem Abstand angeordnet werden.

Zur Verschiebeführung der Profilrollen-Führungsstation und des Profilschubschlittens 6 ist hierbei eine Führungsbahn 9 auf dem Maschinentisch 10 angeordnet, in deren Bereich die genannten Teile 6, 7, 8 verschiebbar und feststellbar geführt sind.

Der Basisdorn 4 wird hierbei von einer Dornhaltestange 15 gehalten, die in einer Dornhaltestation 7 fest aufgenommen ist.

In Fig. 2 ist die Schnittansicht durch einen Profilschubschlitten 6 dargestellt.

Hierbei ist erkennbar, daß ein Führungswagen 22 über vier Rollen 24 im Innenraum eines Hohlprofils 25 verschiebbar geführt ist. Der Führungswagen 22 ist hierbei über eine Traverse 26 mit einer Spindelmutter 27 verbunden, welche eine Triebspindel 28 umgreift.

Die Triebspindel 28 ist in den eingezeichneten Pfeilrichtungen 29 drehbar angetrieben.

Die Traverse 26 greift durch einen oberen, horizontal verlaufenden Schlitz 30 des Hohlprofils 25 hindurch und ist fest mit einer Platte 31 verbunden.

Die Platte 31 weist einen inneren Ansatz 32 auf, der in das Hohlprofil des Werkstückes 11 eingreift.

Die Platte 31 und der Ansatz 32 sind dem Innenprofil des Werkstückes 11 angepaßt, so daß der Ansatz 32 einerseits sich formschlüssig an den Innenumfang des Werkstückes 11 anlegt und andererseits die Platte 31 sich an der hinteren Stirnseite des Werkstückes 11 anlegt.

Die beiden Teile 31, 32 weisen eine Bohrung 33 auf, durch welche mit genügendem radialem Spiel die Dornhaltestange 15 hindurchgreift. Wird nun die Triebspindel 28 in einer der eingezeichneten Pfeilrichtungen 29 angetrieben, dann schraubt sich die Spindelmutter 27 auf der Triebspindel entlang, so daß der gesamte Führungswagen 22 in Pfeilrichtung 16 längs des Maschinentisches 10 bewegt wird. Damit wird über die Traverse 26 und die Teile 31, 32 die rückseitige Stirnseite des Werkstückes 11 in Pfeilrichtung 16 längs des Maschinentisches in die Biegestation 5 hineingeschoben. Hierbei bleibt die Dornhaltestange 15 fest bezüglich des Maschinentisches 10 stehen.

Hierdurch wird der erforderliche Schub in Pfeilrichtung 16 auf das Werkstück 11 in Richtung auf die Biegezone 14 erzeugt. Nachdem die Dornhaltestange 15 mit dem Basisdorn 4 stehenbleibt, wird somit das Werkstück 11 in Pfeilrichtung 16 über den feststehenden Dorn hinweggeschoben und gleichzeitig durch die Biegestation 5 in Verbindung mit der beweglichen Biegestation (Kreuzschlitten 1) gebogen.

Die Fig. 2 und 3 zeigen im übrigen, daß an der Unterseite des Werkstückes noch ein Reibungsbelag 36 angreifen kann, der sich reibschlüssig an das Werkstück 11 anlegt und mit dem Führungswagen 22 verbunden ist.

Die Fig. 3 zeigt ferner (in Erweiterung zu Fig. 2), daß sich am Außenumfang des Werkstückes 11 noch Führungsrollen 34, 35 anlegen können, welche mit dem Führungswagen 22 verbunden sind.

Im übrigen wird darauf hingewiesen, daß die Profilrollen-Führungsstation 8 genauso aufgebaut ist, wie dies anhand des Führungswagens 22 in Fig. 3 erläutert wurde, nur daß bei der Profilrollen-Führungsstation der den Schub auf das Werkstück ausübende Teil 31, 32 in Verbindung mit der Traverse 26 fehlt.

Ansonsten verwendet die Profilrollenführungsstation 8 eine gleiche Anordnung, wie in den Fig. 2 und 3 erläutert, wobei insbesondere wichtig ist, daß bei dieser Profilrollenführungsstation die in Fig. 3 dargestellten Führungsrollen oder Gleitbacken 34, 35 vorhanden sind, um das unter Schub stehende Profil des Werkstückes 11 am Ausknicken zu hindern.

Statt der in Fig. 3 dargestellten Führungsrollen können dementsprechend auch Gleitbacken verwendet werden.

In einer anderen, zeichnerisch nicht dargestellten Ausführungsform ist vorgesehen, daß anstatt des in Fig. 2 dargestellten Schubes auf die rückwärtige Stirnseite des Werkstückes 11 über die Teile 31, 32 auch eine Spannzange verwendet werden kann, welche kraft- und

formschlüssig sich am Außenumfang des Werkstückes anlegt und evtl. auch noch in den Innenumfang des Werkstückes eingreift, um das Werkstück verformungsfrei einzuspannen und in Pfeilrichtung 16 verschiebbar anzutreiben.

Die Fig. 4 zeigt schematisiert den Schnitt durch eine Dornhaltestation. Hierbei ist wichtig, daß die Dornhaltestation ebenfalls in Pfeilrichtung 16 und in Gegenrichtung hierzu verschiebbar ausgebildet ist.

Entsprechend der Biegeaufgabe muß nämlich der Basisdorn 4 stets in der Biegezone 14 gehalten werden. Die Biegezone 14 ist jedoch kein konstanter Punkt zwischen dem vorderen Biegerollenpaar 2 der Biegestation 5, sondern die Biegezone 14 kann sich in axialer Richtung längs des Werkstückes 11 verändern. Um diesen Veränderungen Rechnung zu tragen, muß der Basisdorn 4 in Pfeilrichtung 16 bzw. 16' nachgeführt werden. Hierbei ist ebenso im Bereich des Hohlprofils der Führungsbahn 9 ein Führungswagen 37 angeordnet, der sich mit zugeordneten Rollen 24 am Innenumfang des Hohlprofils der Führungsbahn 9 abstützt. Der Führungswagen ist mit einer Traverse 38 verbunden, die durch einen Schlitz 30 in der Oberseite der Führungsbahn 9 hindurchgreift und dort mit einem Spannkopf 39 verbunden ist. Der Spannkopf weist ein vorderes Drehfutter 40 auf, welches die Dornhaltestange 15 an der rückseitigen Stirnseite aufnimmt.

Die Arretierung 41 zwischen dem Führungswagen 37 und der zugeordneten Führungsbahn 9 ist nur schematisiert dargestellt. Im Normalfall wird also der Basisdorn 4 in das Werkstück 11 hineingeschoben und bis in die Biegezone 14 vorgeschoben. Die Arretierung 41 wird dann eingeschaltet, so daß der Führungswagen 37 fest im Hohlprofil der Führungsbahn 9 verankert bleibt.

Eine jetzt evtl. erforderliche Nachführung des Dornes in die sich verändernde Biegezone 14 wird durch das Drehfutter 40 bewerkstelligt, welches drehbar im Spannkopf 39 angeordnet ist und zusätzlich in axialer Richtung des Werkstückes (in den Pfeilrichtungen 16, 16') verschiebbar und arretierbar ist. Die Ansteuerung des Drehfutters 40 in den Pfeilrichtungen 16, 16' bzw. in Drehrichtung um die Dornhaltestange kann hierbei hydraulisch, mechanisch oder elektromechanisch erfolgen.

Statt der hier beschriebenen Führungswagen 22, 37 kann auch ein Führungsschienensystem mit Schlitten zum Einsatz kommen, welches ebenfalls präzise in der Führung ist. Wichtig ist nur, daß durch den Profilschlitten 6 ein Schub auf das Werkstück in Pfeilrichtung 16 ausgeübt wird und daß ferner die Profilrollenstation 8 verschiebbar und feststellbar in der Führungsbahn 9 angeordnet ist und im übrigen die Dornhaltestation 7 ebenfalls verschiebbar und feststellbar in der Führungsbahn 9 angeordnet ist und im übrigen die Dornhaltestange 15 bei arretierter Dornhaltestation 7 in den Pfeilrichtungen 16, 16' einstellbar ist.

Der besondere Vorteil des erfindungsgemäßen Verfahrens liegt nun darin, daß keine Füllungen des Hohlprofils des Werkstückes 11 mehr erforderlich sind, weil die erforderliche Profilstabilisierung durch den Basisdorn 4 vorgenommen wird. Eine Profilfüllung mit Sand oder Ausgießen mit anderen Materialien kann entfallen. Damit können stufenlos Radian im Werkstück 11 gebogen werden, wobei hintereinanderfolgend unterschiedliche Radian gebogen werden können. Durch die CNC-Steuerung der gesamten Maschine bedingt können damit automatisch Biegevorgänge mit großer Wiederholgenauigkeit bewerkstelligt werden.

Damit ist es erstmals möglich, über das normale Roll-

biegen (mit einer Drei- oder Vierrollen-Biegemaschine) hinaus ein wechselseitiges Biegen in Form einer Sinuslinie zu erreichen. Die Biegerichtung kann also in positiver oder negativer Richtung stufenlos geändert werden, was einer Schlangenform nach links oder rechts in der XY-Ebene entspricht.

Soweit der Kreuzschlitten 1 auch noch in der Z-Richtung verfahrbar ausgestaltet ist, kann auch noch in der dritten Biegeebene gebogen werden und zusätzlich können allen Biegebewegungen noch eine Torsionsbewegung überlagert werden.

#### Zeichnungs-Legende

- |                                  |    |
|----------------------------------|----|
| 1 Kreuzschlitten                 |    |
| 2 Biegerollenpaar                |    |
| 3 Biegerollenpaar                |    |
| 4 Basisdorn                      |    |
| 5 Biegestation                   |    |
| 6 Profil-Schubschlitten          |    |
| 7 Dornhaltestation               |    |
| 8 Profilrollen-Führungsstation   |    |
| 9 Führungsbahn                   |    |
| 10 Maschinentisch                |    |
| 11 Werkstück                     | 15 |
| 12 Dornkörper                    |    |
| 13 Gliederdorn                   |    |
| 14 Biegezone                     |    |
| 15 Dornhaltestange               |    |
| 16 Pfeilrichtung 16'             |    |
| 17 Pfeilrichtung 16'             | 20 |
| 18 Biegerollenpaar               |    |
| 19 Pfeilrichtung                 |    |
| 20 Pfeilrichtung                 |    |
| 21 Biegerollenpaar               |    |
| 22 Führungswagen                 | 25 |
| 24 Rolle                         |    |
| 25 Hohlprofil                    |    |
| 26 Traverse                      |    |
| 27 Spindelmutter                 |    |
| 28 Triebspindel                  |    |
| 29 Pfeilrichtung                 |    |
| 30 Schlitz                       |    |
| 31 Platte                        |    |
| 32 Ansatz                        |    |
| 33 Bohrung                       |    |
| 34 Führungsrolle oder Gleitbacke |    |
| 35 Führungsrolle oder Gleitbacke |    |
| 36 Reibungsbelag                 |    |
| 37 Führungswagen                 |    |
| 38 Traverse                      |    |
| 39 Spannkopf                     |    |
| 40 Drehfutter                    | 30 |
| 41 Arretierung                   |    |
| 42 Führungsrolle                 | 35 |

#### Patentansprüche

1. Verfahren zum Biegen von Metall-Hohlprofilen nach dem Rollbiegeverfahren, bei dem das zu biegender Hohlprofil in seinem Innenraum ausgefüllt ist und in eine aus mehreren Biegerollen bestehende Biegestation eingefahren wird, wobei durch Bewegung der Biegerollen in der Biegeebene die Biegung des Hohlprofils erfolgt, dadurch gekennzeichnet, daß das Hohlprofil des Werkstückes (11) durch einen Basisdorn (4) ausgefüllt ist und daß das Werkstück (11) unter Einwirkung von Schubkraft

in die Biegestation (5) eingeschoben wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Schubkraft auf das Werkstück (11) in Richtung seiner Längsachse aufgebracht wird.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß der Schubkraft auf das Werkstück (11) eine Drehbewegung überlagert ist.

4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1-3, dadurch gekennzeichnet, daß der Basisdorn (4) verschiebbar und feststellbar in der Biegezone (14) angeordnet ist.

5. Vorrichtung zur Ausübung des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1-4, dadurch gekennzeichnet, daß im Hohlprofil des Werkstückes (11) ein an einer Dornhaltestange befestigter Basisdorn (4) angeordnet ist und daß auf der Zuführseite des Werkstückes (11) in der Biegestation (5) eine Schubvorrichtung angeordnet ist, welche einen Längsschub auf das Werkstück (11) ausübt.

6. Vorrichtung nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Schubvorrichtung aus einem Profil-Schubschlitten (6) besteht, der längs einer Führungsbahn (9) verschiebbar angetrieben ist und der form- und kraftschlüssig oder lose mit dem Werkstück (11) verbunden ist.

7. Vorrichtung nach Anspruch 5 oder 6, dadurch gekennzeichnet, daß zur Vermeidung des Ausdrückens des Werkstückes (11) auf der Zuführseite zur Biegestation ein oder mehrere Profilrollen-Führungsstationen (8) verschiebbar und feststellbar längs der Führungsbahn (9) angeordnet sind, welche das Werkstück (11) am Außenumfang mindestens teilweise formschlüssig umgreifen.

8. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 5-7, dadurch gekennzeichnet, daß die Biegerollenstation (5) aus einer Anzahl von einem festen Durchtrittsspalt bildenden Biegerollenpaaren (3, 4, 18) besteht und ferner aus mindestens einem in der Biegeebene (X, Y, Z) verschiebbaren und gegebenenfalls drehbaren Biegerollenpaar (21).

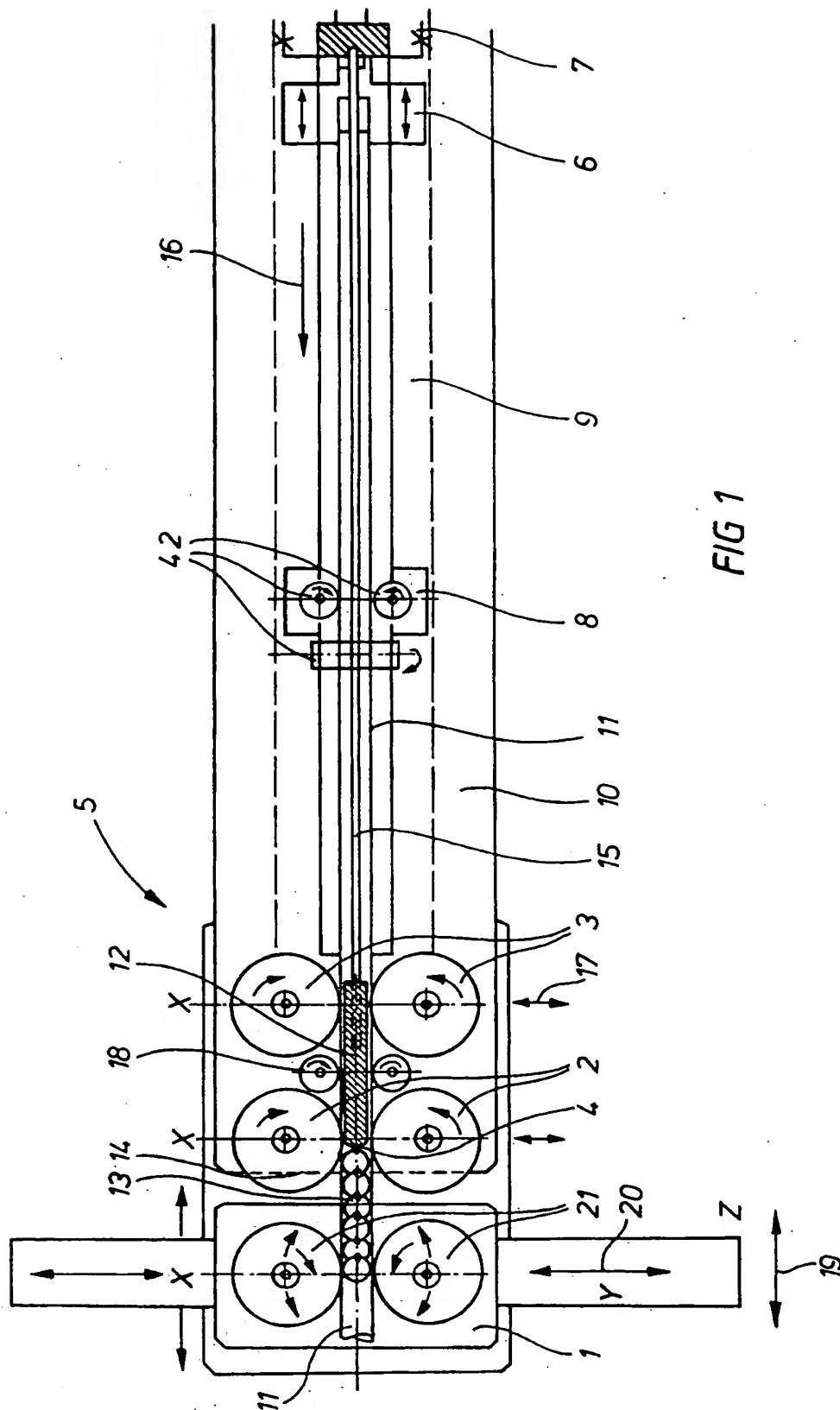
9. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 5-8, dadurch gekennzeichnet, daß der Basisdorn (4) aus einem biegbaren, das Hohlprofil des Werkstückes (11) ausfüllenden Dornkörper (12) besteht.

10. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 5-8, dadurch gekennzeichnet, daß der Basisdorn (4) als Gliederdorn (13) ausgebildet ist.

11. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 9 oder 10, dadurch gekennzeichnet, daß der Basisdorn (4) an einer Dornhaltestange (15) befestigt ist, die in einer Dornhaltestation (7) befestigt ist, welche Dornhaltestation (7) verschiebbar und feststellbar längs der Führungsbahn (9) angeordnet ist.

12. Vorrichtung nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, daß die Dornhaltestange (15) drehbar in einem Drehfutter (40) der Dornhaltestation (7) aufgenommen ist.

Hierzu 2 Seite(n) Zeichnungen



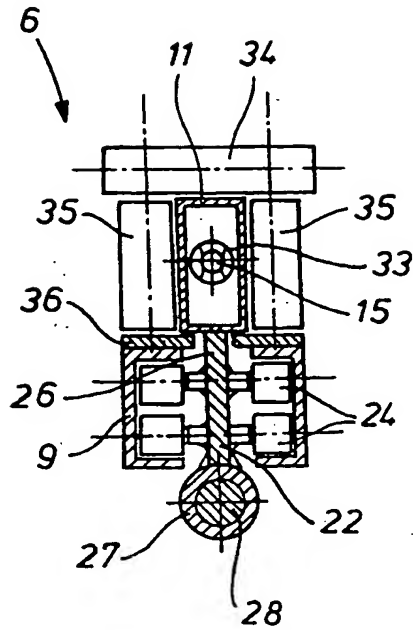


FIG 3

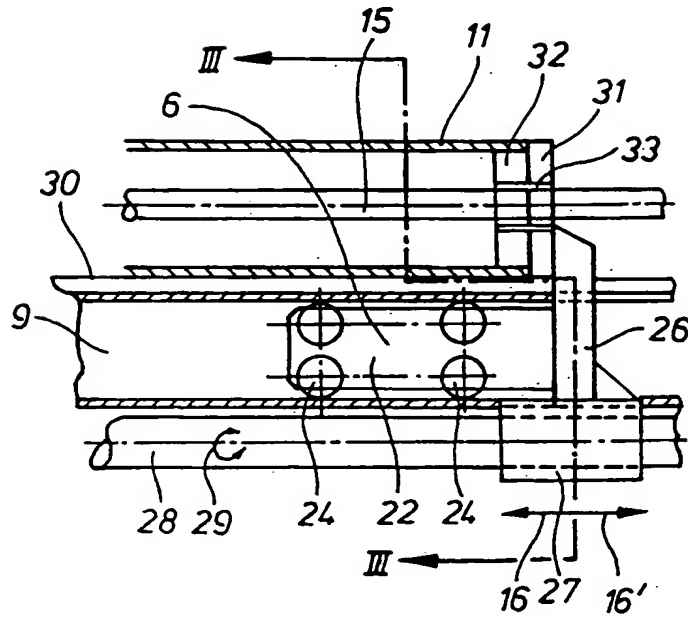


FIG 2

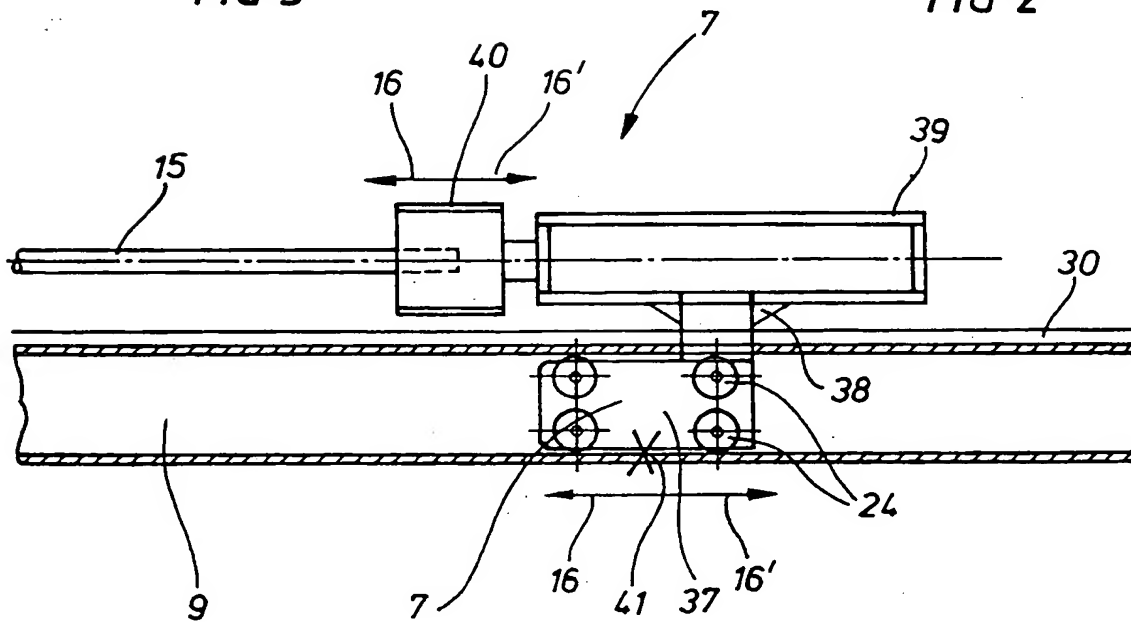


FIG 4



English translation of corresponding Canadian Application  
No. 2,058,273-3 → to DE 4041668

Vorlage	Ablage	51194
Haupttermin		
Eing.: 07. JAN 1992		
PA. Dr. Peter Riebling		
Bearb.:	Vorgelegt.	

#### ABSTRACT OF THE DISCLOSURE

A roller-mandrel-thrust-bending process (RDSB process) is used to bend metal hollow profiles. A hollow profile that is to be bent has its inner space filled and introduced into a bending station consisting of a plurality of bending rollers, the hollow profile being bent as a result of the movement of the bending rollers in the bending plane. In order to retain the advantages of the roll-bending process while avoiding the high costs of this process, provision is made that the hollow profile of the workpiece is filled by a base mandrel and that the work piece is introduced into the bending station under the action of a thrust force. The work piece that is to be bent is forced over the fixed mandrel within the bending zone as a result of this thrust force and the frictional force of the profiled rollers, and bent in the X-Y-Z plane by the action of the bending station.

The present invention relates to a process for bending hollow metal profiles, and an apparatus for carrying out this process.

Up to now, a so-called draw bending process has been known. This process is characterized by the following features:

This process uses a form block that is so mounted on a tool carrier as to be rotatably driven. The profile is clamped into position and bent around this core whilst, at the same time, tension is applied to the profile that is to be bent.

Using such a draw bending process, in which, when hollow profiles are used, mandrels are also used in the hollow space of the profile, it is possible to bend complicated shapes, even those that are of small radii. When this is done, it is not necessary to fill the hollow profile with sand or other supporting materials and to stabilize it in this way.

The draw bending process is used mainly when large numbers of work pieces that are to be bent are required, where a synchronous bending process is always carried out in sequence on the same bending form.

Draw bending as defined in the prior art is always used when the roller-bending process can not be used for very small radii.

The roller-bending process involves shaping a work piece between bending rollers that are configured as profiled rollers. Three or four such profiled rollers can be used, when, as a rule, the two lower bending rollers are spaced apart from each other, and optionally arranged on a

housing so as to tilt or pivot. A fixed upper bending roller is located opposite the two lower bending rollers, this third roller then fitting into the space between the two lower rollers. The profile that is to be shaped is inserted into the space between the upper bending roller and the two lower bending rollers that are spaced apart, when it is then moved through the apparatus by the rotary drive of the bending rollers. When this happens, the shaping is effected about the upper middle roller (bending roller).

In another embodiment, the two lower bending rollers are mounted rigidly on a machine tool and the upper middle bending roller is configured so as to be adjustable in the space between the two lower bending rollers, in the direction of the work piece.

Instead of the three-roller bending machine described herein, a fourth middle bending roller can also be used, when the fourth middle bending roller is arranged below the upper middle bending roller.

This has the advantage that the profile cannot move downwards out of position relative to the upper middle bending roller because it is guided and supported by the lower middle bending roller.

For the remainder, what is decisive here is not the guidance of the profile which faces downwards, but rather the side or lateral guidance that is achieved by the lower middle bending roller.

This roller-bending process that uses three or four bending rollers is always used if one has to bend the work piece around larger bending radii, depending on the size of the profile, or in small numbers which can also incorporate different radii.

When bending hollow profiles with this kind of three-roller or four-roller bending machine it is, as a rule, necessary that the hollow cross section be filled in order to support said hollow cross section and to stabilize it.

5 This method of filling the hollow profile in order to support it during the bending process takes time and is relatively costly. Filling the hollow cross section with a filler material also increases the resistance to bending of the work piece and thus the specific surface pressure on the  
10 profile that is now necessary in order to bend the stiffened profile. This results in deflections and flaring on the hollow profile, which are undesirable and have negative effects on the quality of the bending process.

An object of the present invention is to develop a  
15 process of the type described in the introduction hereto, as it refers to a three-roller or four-roller bending machine, that permits small radii to be produced in a hollow profile in a cost-effective manner without using the relatively costly draw-bending process for tools.

20 According to the present invention there is provided a process for bending hollow metal profiles by a roll-bending process, comprising filling the interior space of a hollow profile with a base mandrel and introducing the filled profile under the action of a thrust force into a bending  
25 station where it is bent by the movement of the bending rollers in the plane of the bend.

The invention also provides an apparatus for bending hollow metal profiles by a roll-bending process, comprising a base mandrel secured to a mandrel retaining rod adapted to  
30 be arranged in a hollow profile to be bent, and a thrust system arranged on the feed side of the hollow profile at the bending station for exerting a longitudinal thrust on the hollow profile.

It is important that the profile that is to be bent is bent in a three, four, or multi-roller bending station that is known per se; that the profile is filled with a mandrel; and that the bending zone of the hollow profile that is stiffened because of the mandrel, and the increased bending resistance that results therefrom, are compensated for in that at the feed side to the bending roller station, the profile that is to be bent is acted upon by a thrust force.

Thus, in accordance with the present invention it is no longer necessary to fill the hollow profile that is to be bent with a material, but rather a relatively inexpensive mandrel that can be configured either as a solid mandrel or as a ball (link or segmented) mandrel can be used. It is acknowledged that a mandrel of this kind can render the shaping process very difficult and, unless the appropriate measures are taken, can prejudice the quality of the shape achieved.

In order to compensate for these negative factors, the present invention provides for the fact that the profile is inserted between the rollers of the bending roller station with a thrust force applied to the feed side of the profile. In this way, the bending process is greatly simplified and the quality of said process is improved.

When this is done, the mandrel remains stationary at the bending point, whereas the profile is guided over the fixed mandrel by the thrust force. Upsetting forces are now generated between the fixed mandrel, the hollow profile that is pushed over the mandrel, and the associated bending rollers at the bend point. Thus, the thrust on the hollow profile is what now makes such a shaping possible for the first time. Were there no such thrust, the friction generated between the driven bending rollers and the outer periphery of the hollow profile would not be sufficient to

draw the hollow profile through the shaping zone at a constant speed, because of the high level of resistance induced by the mandrel, which fills the hollow profile.

5 If a thrust is exerted on the hollow profile, as provided for by the present invention, then there no longer has to be a high level of frictional contact and a corresponding turning moment between the bending rollers and the outer periphery of the hollow profile, because the hollow profile is thrust through the apparatus by the  
10 bending rollers.

What is important in this regard is that a combination of the frictional forces of the bending rollers and the thrust is applied to the hollow profile in order to optimize the shaping performance of the bending rollers.

15 On the other hand, it is possible to arrange the rollers such that they are not driven but rather so that they idle, the shaping process then being effected by way of the thrust that is applied to the work piece on the feed side.

20 In a further development of the present invention, provision is made for the fact that instead of the bending rollers described heretofore, fixed sliding jaws are used, these being applied to the outside periphery of the hollow profile with appropriate friction linings. In this  
25 embodiment, too, it is characteristic that the hollow profile is filled, at least in the bending zone, with a fixed or sliding mandrel, and in that the hollow profile is then thrust through the sliding jaw system with enough force to carry out the bending process.

30 In all of the embodiments described heretofore, it is important that the thrust that is applied to the work piece

on the feed side does not cause the hollow profile to bulge on the feed side. To this end, provision is made such that ahead of the bending-roller station or the sliding jaw station on the feed side the profile is guided with a  
5 profile roller guide station. This profile roller guide station thus serves to prevent the profile that is guided to the bending rollers or the sliding jaw station in a straight line from buckling.

10 A plurality of profile roller guide stations can be used in place of one station.

The thrust that has to be applied to the hollow profile is generated by a profile thrust slide that consists of a roller carriage or a slide carriage that is driven so as to slide within a U-shaped or similarly profiled track bed.

15 This profile thrust slide has a thrust arm in the form of a cross piece that exerts thrust on a cover that is applied to the face end of the work piece, so that this bar-shaped work piece is thrust through the rolling station, when the powered bending rollers within the rolling station serve to  
20 enhance this thrust.

In another embodiment of the present invention, in place of a cover at the face end and a thrust arm of the profile thrust slide, one can use a chuck that is connected to a slide that is driven in the axial direction of the work  
25 piece. The chuck then encloses the hollow profile around its outer periphery and the slide, which is driven in the axial direction of the work piece, then pushes this clamped work piece into the profile roller station.

30 In a preferred embodiment of the present invention, the bending roller station has also been further developed in a particular way. Protection is also claimed for these additional features within the context of the present

invention.

The bending roller station according to the present invention does not consist of a conventional known three-roller or four-roller system, but of a bending roller system  
5 that incorporates at least six rollers.

In this connection, it is important that the profile that is to be bent is first guided in a precise straight line between at least four bending rollers (two pairs of bending rollers), in order to prevent it being deflected  
) either upwards or downwards.

At the exit from this four roller bending arrangement, there is a cross slide that can be slid in at least two directions that are perpendicular to each other, and which incorporates an additional pair of bending rollers.

15 The profile that is to be bent is thus bent between the four- roller system and the bending rollers on the cross slide. In this connection, there is an important advantage in that the profile that is to be bent can be bent in two directions (vertically upwards or downwards), or to the left  
20 or to the right.

All six bending rollers are rotatably driven and in this connection it is important that even additional bending rollers can be incorporated; in the embodiment that is described below, there are also smaller rollers that clamp  
25 the profile in the space between the larger bending rollers and guide it; alternatively, in place of the four larger bending rollers, one or several of the larger bending rollers can be replaced by smaller bending rollers.

Thus, the bending system described herein also entails  
30 the important advantage that the work piece can be bent to



the left or to the right, smoothly and at any radius, with reference to a horizontal plane (XY), in which connection the radii will depend on the displacement of the cross slide and the bending rollers that are mounted thereon, and on the thrust that is exerted.

The advantages inherent in the present invention are displayed, in particular, when bending large-volume profiles. Up to now, such large-volume profiles have been bent using the draw-bending process, which entails the disadvantage that one had only a fixed form block and in that one could only bend through a relatively small radius with this fixed form block. For reasons of economy, larger form blocks could not be produced, because then, for example, form blocks with a radius of 20 m or more would be necessary, and these could not be produced for a justifiable cost.

Moreover, in order to bend this profile it was necessary that the hollow space be filled with a material, a particularly costly procedure in the case of large-volume profiles.

It is here that the advantages of the present invention are seen, for no fixed-radius form block is used, and in place of this, any bending radii can be achieved with a high level of precision, with all the advantages inherent in the draw-bending process, in that precise cross sectional stabilization of the profile shape is achieved during the shaping process by way of a mandrel and, at the same time, great variability of radius is achieved in the manner that could only have been achieved previously by using a conventional three-roller or four-roller bending processes.

By this means, according to the present invention, even long profiles with lengths of, for example, 20 to 30 m, can

be bent continuously with bending radii that vary from small radii of, for example, 1 m, up to one bending radius. Thus, the advantages of draw bending (great precision and small radii) are combined with the advantages of the roller-bending process namely, any radius, independently of a form block, to any length.

In a further development of the present invention, not only is the profile bent in one plane (XY-plane); in addition, torsion is applied that the cross slide is arranged so as to pivot in the direction of the longitudinal axis of the work piece in order that the profile that is to be bent can be additionally twisted, to the extent that this is necessary.

In a further embodiment of the present invention, in addition, the cross slide that can be displaced in the XY-direction can also be moved in the Z-direction so that a spatial bending of the profile is possible in the XY-Z plane.

As a further plane, there is the torsion bending that can extend in all three spatial axes.

In this case, the cross slide must then be installed on a further slide that can move in the Z-direction. The total displacement in the XY and Z-planes can be controlled by CNC methods, or by SPS methods, or can be effected in conjunction with these two control systems.

The invention will now be described in more detail, by way of example only, with reference to the accompanying drawings in which:-

Figure 1 is a diagrammatic plan view of an apparatus for carrying out the RDSB process;

Figure 2 is a cross section through a profile thrust slide;

Figure 3 is a cross section on the line III-III in figure 2, through the profile thrust slide with the work piece; and

Figure 4 is a side view of a mandrel retaining station in partial cross section.

The apparatus used to implement the RDSB process comprises a machine table 10 on which the bar-shaped work piece that is to be bent is arranged so as to be displaceable in the direction of its longitudinal axis. Within the interior space of the work piece 11 that is configured as a hollow profile there is a base mandrel 4 that, in the embodiment shown, is configured in two parts and consists of a rear fixed mandrel body 12 as well as of a front flexible ball mandrel 13. The two parts are connected to each other.

At the rear end of the mandrel body 12 there is a mandrel retaining rod 15 (see figure 4) that is held in a mandrel retaining station 7.

In addition, a profile thrust slide 6 (see figures 2 and 3) fits on the work piece 11, and this slides the work piece 11 into the bending station 5 in the direction indicated by the arrow 16.

In total, the bending station incorporates eight bending rollers, the interaction of which will be described below.

There are two pairs 2, 3 of bending rollers, and these are arranged so as to be able to rotate on the machine table

10; each of these is driven in the direction indicated by the arrows.

5 The lower bending rollers of the pairs 2, 3 of bending rollers can be supported on their own slide so as to be able to move on the machine table 10 in the direction indicated by the arrows 17, in order to make the gap between the bending rollers 2 or 3 adjustable, in order to match this gap to the width of the work piece.

10 In addition, an additional pair of smaller bending rollers 18 can be arranged in the gap between the two larger pairs of bending rollers 2, 3.

15 Viewed in the direction of movement of the work piece, behind the pairs 2, 3 of bending rollers there is another pair 21 of bending rollers that is arranged on a cross slide 1. This can be arranged such that the lower roller of the pair 21 of bending rollers can be moved in the direction indicated by the arrow 17 towards the upper roller, as was shown in the case of the system 2, 3 of bending rollers.

20 The cross slide 1 can be moved in two directions that are perpendicular to each other (X-Y direction) as indicated by the arrows 19, 20, so that the work piece 11 that is held between the pair 21 of bending rollers can bend freely in the X-Y plane.

25 In addition, provision has also been made such that the cross slide 1 can be arranged so as to pivot about the longitudinal axis of the work piece 11 so that, to the extent that this is desired, torsion can be applied to the work piece in addition to the bend in the X-Y direction.

30 In a third embodiment, not shown herein, provision can be made so that the cross slide 1 is part of another slide

so that the cross slide 1 can be moved perpendicularly to the plane of the drawing in figure 1 (in the Z-direction), so that the work piece 11 can be bent through three dimensions and can additionally be twisted.

5        It is important that the mandrel body 12 of the base mandrel 4 is arranged in the bending zone 14, in which connection a ball or link mandrel 13 can be connected to the mandrel body 12.

0        Thus, bending can be effected in all planes, such as, for example, in the X-Y plane, the X-Z plane, the Y-Z plane, or in the X-Y-Z plane. As discussed heretofore, it is extremely difficult to bend the work piece 11 with a base mandrel 4 arranged within it because of the base mandrel 4 that fits inside the hollow profile. In order to preclude  
15 bending resistance of this sort, provision has been made such that the profile of the work piece 11 is inserted in the direction indicated by the arrow 16 into the bending station 5 by a profile thrust slide 6. The construction of the profile slide 6 will be described below on the basis of  
20 figures 2 and 3.

In order that the work piece 11 does not buckle sideways on the machine table 10, a profile roller guide station 8 is incorporated and this holds the profile and guides it by way of a shape fit.

25        The profile roller guide station can be moved longitudinally along the work piece and can be secured to the machine table 10; it incorporates guide rollers 42, that are a positive fit on the outer periphery of the work piece 11.

30        In place of the single profile roller guide station 8, a plurality of these can be arranged in sequence, spaced one

behind the other.

A guideway 9 is arranged on the machine table 10 in order to guide the movement of the profile roller guide station and of the profile thrust slide 6; the parts 6, 7, and 8 referred to heretofore can be moved and secured in the area of this guideway 9.

The base mandrel 4 is held by a mandrel retaining rod 15 that is secured in a mandrel retaining station 7.

Figure 2 shows a cross sectional view through the profile thrust slide 6. Here it can be seen that a guide truck 22 is guided within the hollow profile 25 by four rollers 24. The guide truck 22 is connected through a cross piece 26 to a spindle nut 27 that encloses a drive spindle 28.

The drive spindle 28 is rotatably driven in the direction indicated by the arrow 29.

The cross piece 26 fits through an upper horizontal slot 30 in the hollow profile 25 and is connected rigidly to a plate 31.

The plate 31 incorporates an inner extension piece 32 that fits into the hollow profile of the work piece 11.

The plate 31 and the extension piece 32 are so matched to the inner profile of the work piece 11 that, on the one hand, the extension piece 32 forms a positive fit on the inner periphery of the work piece 11 and, on the other hand, the plate 31 lies against the rear face of the work piece 11.

The two parts 31, 32 both incorporate a drilling 33

through which the mandrel retaining rod 15 passes and fits with sufficient radial free play. If the drive spindle 28 is now driven in one of the directions indicated by the arrows 29, then the spindle nut 27 is screwed along the drive spindle so that the whole of the guide truck 22 is moved along the machine table 10 in the direction indicated by the arrow 16. This means that the rear face end of the work piece 11 is pushed along the machine table into the bending station 5 by the cross piece 26 and parts 31 and 32, in the direction indicated by the arrow 16. When this is done, the mandrel retaining rod 15 remains stationary relative to the machine table 10.

By this means, the necessary thrust in the direction indicated by the arrow 16 is exerted on the work piece 11 in the direction of the bending zone 14. Once the mandrel retaining rod 15 with the base mandrel 4 remains stationary, the work piece 11 is pushed over the fixed mandrel in the direction indicated by the arrow 16 and simultaneously bent by the bending station 5 in conjunction with the moveable bending station (cross slide 1).

Figures 2 and 3 show that a friction lining 36 can contact the underside of the work piece and that this lies in a friction fit against the work piece 11 and is joined to the guide truck 22.

Figure 3 also shows (as a supplement to figure 2) that guide rollers 34 and 35 can lie on the outer periphery of the work piece 11, these being connected to the guide truck 22.

Reference is also made to the fact that the profile roller guide station 8 is constructed in exactly the same way as is shown in figure 3, using the guide truck 22 as an example, except that in the profile roller guide station the

part 31, 32 that exerts the thrust on the work piece in conjunction with the cross piece 26 is missing.

Otherwise, the profile roller guide station 8 uses exactly the same arrangement as has been described in figures 2 and 3 in which connection it is particularly important that in this profile roller guide station, there are the guide rollers or glide shoes 34, 35 shown in figure 3 in order to prevent the profile of the work piece 11 that is under pressure from buckling.

The slide shoes can be used in place of the guide rollers that are shown in figure 3.

In another embodiment, not shown in the drawings, provision is made for the fact that in place of the thrust on the rear face side of the work piece 11, which is exerted by parts 31, 32, as shown in figure 2, it is possible to use a chuck that forms a force and shape fit on the outer periphery of the work piece and can also fit into the inner periphery of the work piece in order to hold the work piece without any deformation and drive it forward in the direction indicated by the arrow 16.

Figure 4 is a diagrammatic cross section through a mandrel retaining station. Here, it is important that the mandrel retaining station can also be moved in the direction indicated by the arrow 16 and in a direction opposite to this.

According to the bending task that is to be completed, the base mandrel 4 must always be held in the bending zone 14. However, the bending zone 14 is not a constant point between the front pair 2 of rollers of the bending station 6; rather, the bending zone 14 can move in an axial direction along the work piece 11. In order to take these



changes into account, the base mandrel 4 must be moved back and forth in the direction indicated by the arrows 16 or 16'. A guide truck 37 is arranged in the area of the hollow profile of the guideway 9 and rollers 24 that are associated with this rest against the inside periphery of the hollow profile of the guideway 9. The guide truck is joined to a cross piece 38 that passes through a slot 30 in the upper side of the guideway 9, where it is connected with clamping chuck 39. This clamping chuck incorporates a front chuck 40 that accommodates the mandrel retaining rod 15 on the rear face side.

The locking system 41 between the guide truck 37 and the associated guideway 9 is only shown diagrammatically. In the normal course of events, the base mandrel 4 is slid into the work piece 11 and advanced until it is in the bending zone 14. The locking system 41 is then activated, so that the guide truck 37 remains firmly anchored within the hollow profile of the guideway 9.

Any movement of the mandrel into the changing bending zone 14 is effected by means of the chuck 40, which is arranged so as to be rotatable within the clamping chuck 39 and, in addition, can move in the axial direction of the work piece (in the directions indicated by the arrow 16, 16') and locked. The movement of the chuck 40 in the directions indicated by the arrow 16, 16' or in the direction of rotation about the mandrel retaining rod can be effected hydraulically, mechanically, or electro-mechanically.

In place of the guide truck 22, 37 described herein, it is also possible to use a guide rail system with slides, which can also be precisely guided. All that is important is that because of the profile thrust slide 6, a thrust is exerted on the work piece in the direction indicated by the

arrow 16 and in that, in addition, the profile roller station 8 is arranged so as to be moveable and lockable within the guideway 9 and, for the remainder, the mandrel retaining station 7 is also moveable and lockable in the guideway 9 and, in addition, the mandrel retaining rod 15 can be adjustable in the direction indicated by the arrow 16, 16' when the mandrel retaining station 7 is locked.

The particular advantage of the process according to the present invention thus lies in the fact that it is no longer necessary to fill the hollow profile of the work piece 11 because the necessary profile stabilization is effected by means of the base mandrel 4. The need to fill the profile with sand or other material has been eliminated. This means that continuous (infinitely variable) curves can be bent into the work piece 11, with various radii following each other in sequence. Thus, automatic bending processes with very precise replication can be effected automatically by CNC control of the machinery.

Thus, for the first time, it is possible to go beyond normal roll bending (with a three-roller or four-roller bending machine) and achieve bends on alternating sides, in the manner of a sinusoidal line. The direction of bend can be changed to a positive or negative direction very smoothly, which corresponds to a serpentine shape to the left or the right in the X-Y-plane.

Insofar as the cross slide 1 is configured so as to be moveable in the Z-direction, bends can also be made in the third bending plane and, in addition, torsional movement can be superimposed on all the bending movements.

THE EMBODIMENTS OF THE INVENTION IN WHICH AN EXCLUSIVE  
PROPERTY OR PRIVILEGE IS CLAIMED ARE DEFINED AS FOLLOWS:

1. A process for bending hollow metal profiles by a roll-bending process, comprising filling the interior space of a hollow profile with a base mandrel and introducing the filled profile under the action of a thrust force into a bending station where it is bent by the movement of the bending rollers in the plane of the bend.
2. A process as claimed in claim 1, wherein the thrust is exerted on the work piece in the direction of its longitudinal axis.
3. A process as claimed in claim 1, wherein a rotary movement is superimposed on the thrust that is exerted on the work piece.
4. A process as claimed in any one of claims 1 to 3, wherein the base mandrel is arranged so as to be moveable and securable in the bending zone.
5. An apparatus for bending hollow metal profiles by a roll-bending process, comprising a base mandrel secured to a mandrel retaining rod adapted to be arranged in a hollow profile to be bent providing a workpiece, and a thrust system arranged on the feed side of the hollow profile at a roller bending station for exerting a longitudinal thrust on the workpiece.
6. An apparatus as claimed in claim 5, wherein the thrust system comprises a profile thrust slide driven so as to move along a guideway and connected with the workpiece.
7. An apparatus as claimed in claim 6, wherein the profile thrust slide is connected to the workpiece by means of a

shape and force fit.

8. An apparatus as claimed in claim 6, wherein the profile thrust slide is connected to the workpiece by means of a loose fit.

9. An apparatus as claimed in claim 5 or 6, wherein in order to avoid the workpiece being forced out on the feed side, one or more profile roller guide stations are arranged along the guideway so as to be moveable and securable, said guide stations gripping the workpiece on its outer periphery so as to form, at least in part, a shape fit.

10. An apparatus as claimed in one of the claims 5 to 8, wherein the bending roller station consists of a plurality of fixed pairs of bending rollers that form a fixed gap, and at least one pair of rollers that can move in the bending plane.

11. An apparatus as claimed in claim 10, wherein said at least one pair of rollers that can also rotate move in the bending plane.

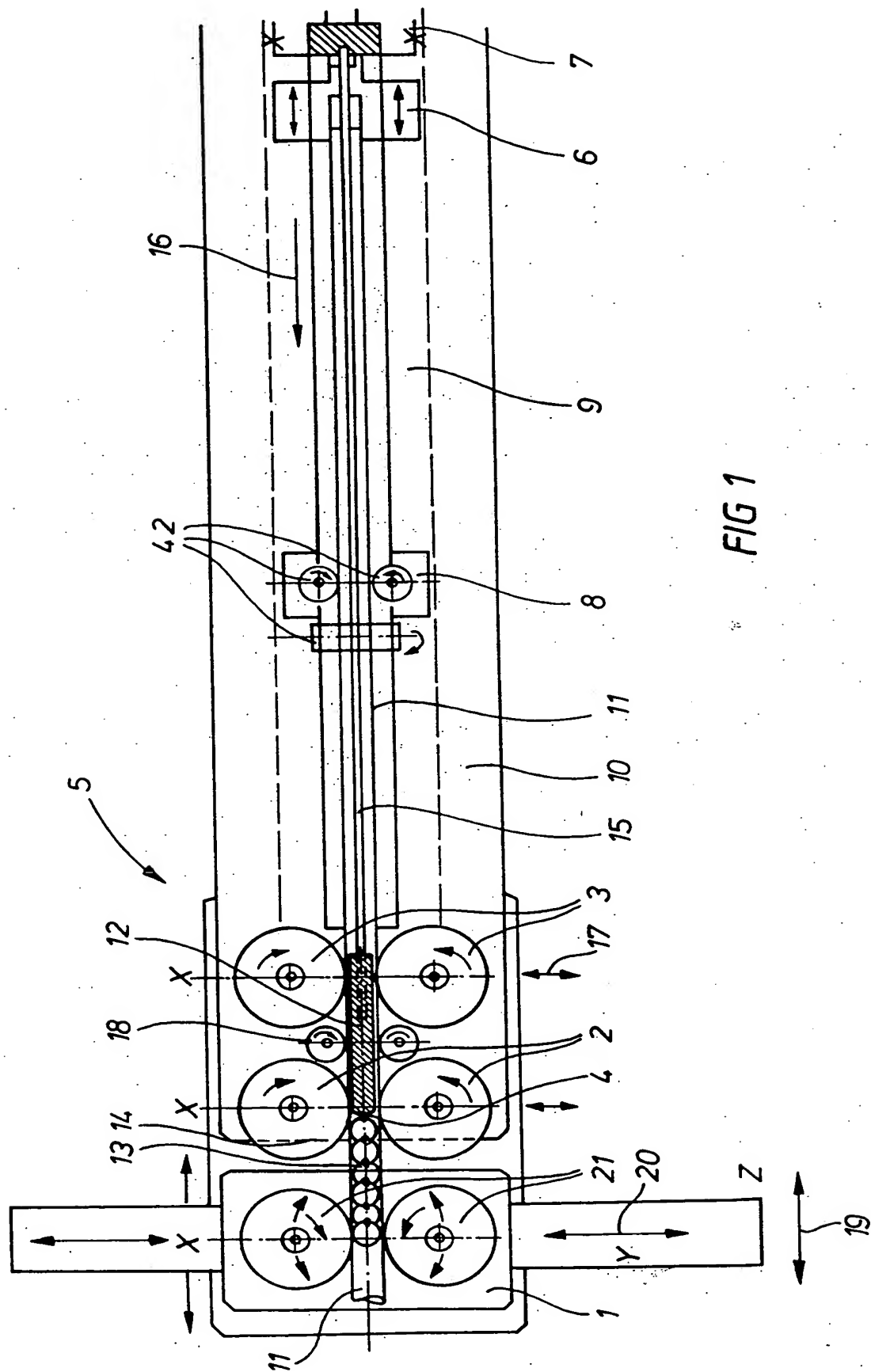
12. An apparatus as claimed in claim 5, wherein the base mandrel comprises a bendable mandrel body that fills the hollow profile of the workpiece.

13. An apparatus as claimed in claim 5, wherein the base mandrel comprises a ball or segmented mandrel.

14. An apparatus as claimed in claim 9 or 10, wherein the base mandrel is secured to a mandrel retaining rod that is secured in a mandrel retaining station, said mandrel retaining station being arranged so as to be moveable and securable along the guideway.

15. An apparatus as claimed in claim 14, wherein the

mandrel retaining rod is held so as to be rotatable in a  
chuck of the mandrel retaining station.



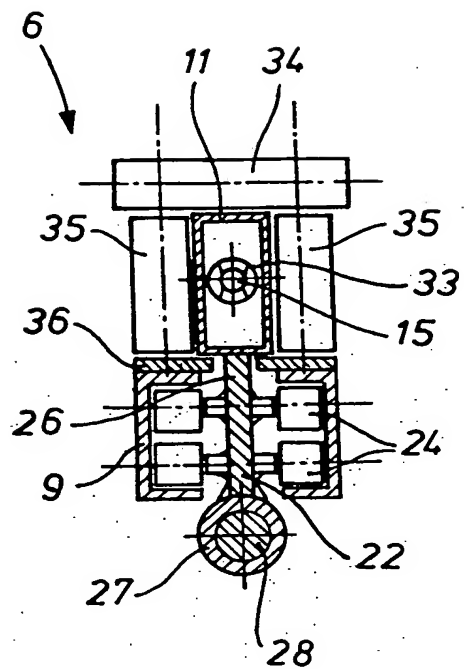


FIG 3

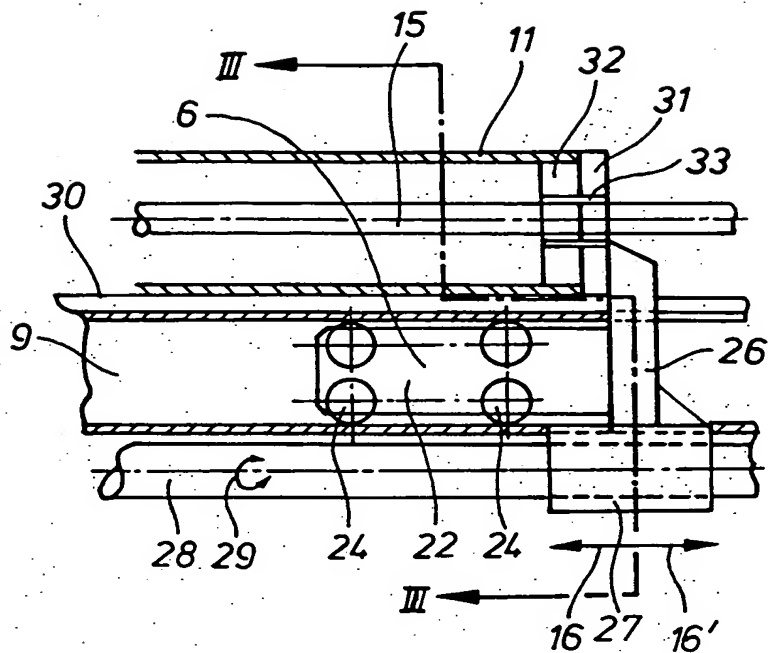


FIG 2

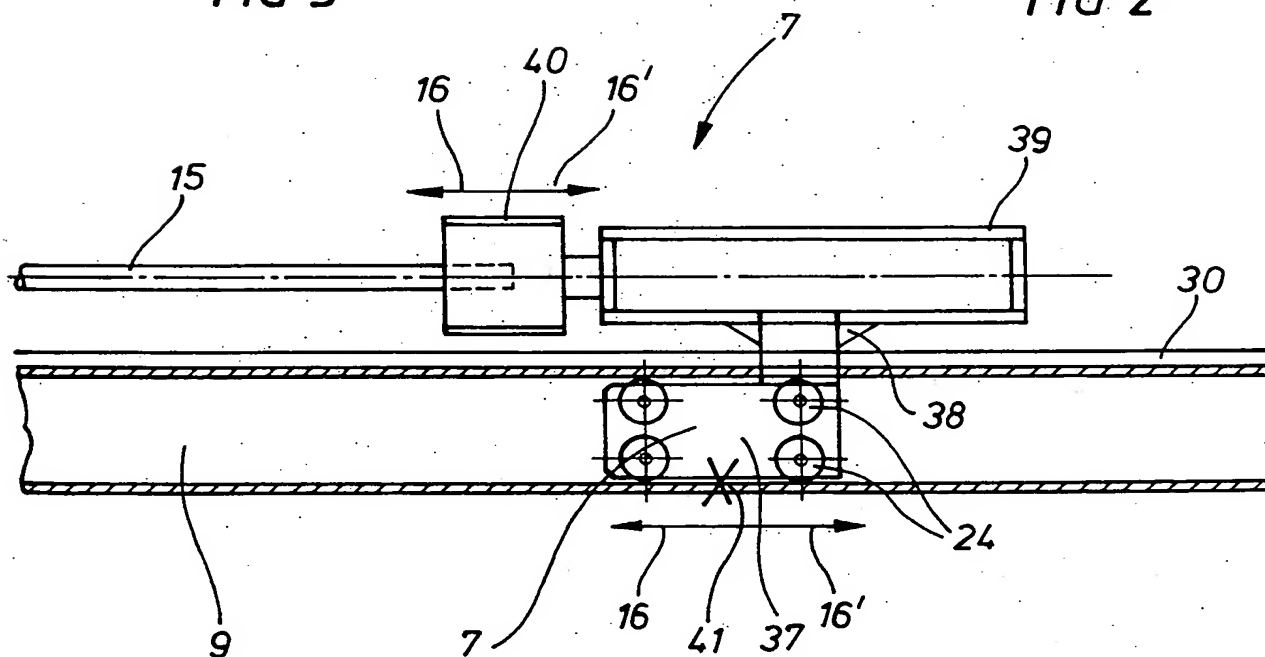


FIG 4